



圧電ポリマーを用いた触覚センサの開発

著者	竹中 慎
発行年	2016-03-25
学位授与番号	17104甲生工第251号
URL	http://hdl.handle.net/10228/5655

氏名・(本籍)	竹中 慎 (大阪府)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	生工博甲第251号
学位授与の日付	平成28年3月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	圧電ポリマーを用いた触覚センサの開発
論文審査委員会	委員長 教授 西田 治男
	〃 内藤 正路
	〃 石黒 博
	〃 春山 哲也
	〃 平木場浩二

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、定量的かつ簡便に表面形状や剛性を測定する手法を実現することを目的として、新たな触覚センサの開発に取り組んでいる。具体的には、基材としての薄板はりと、ひずみを検出する圧電ポリマーから構成されるウィスカ型触覚センサを試作し、金属の表面など剛性が十分高い物体を対象とした場合の表面の微小段差や粗さの計測について、また、柔軟な物体を対象とした場合の剛性の計測について検討している。本論文は5章から構成されている。

第1章では、人の触覚機能やそれを用いた官能検査の特徴について述べ、その課題を整理している。また、触覚センサの従来研究について総括し、圧電ポリマーを用いたウィスカ型触覚センサにより計測システムを構築することの利点を述べている。

第2章では、薄板型の触覚センサの特性について基礎的な検討を行っている。金属製品等の微小段差や表面粗さの異常状態の測定を想定し、単純化した凹凸形状の微小段差および表面粗さについて、自動ステージを用いて触覚センサを走査させ測定実験を行っている。また、凹凸面上を走査するとき、触覚センサから得られる圧電出力値について定式化し、実験により得たセンサの出力波形と同じ傾向が得られることを示している。さらに、定式化によって予測されたセンサと測定面が衝突することで生じる過渡的な振動について対策を行った結果、10 [μ m]以上の段差高さや、算術平均粗さ Ra: 1.6~6.3 [μ m]のプロファイル計測を、一般的な表面粗さ計の走査速度(1 [mm/s] 程度)に比べて大きな走査速度の領域(20 [mm/s])で行えることを示している。

第3章では、第2章で得た知見のもと、人が把持し手動で走査することにより、表面形状を計測する携帯式の触覚センサシステムを試作し、評価実験を行っている。試作したシステムを用いて実験を行った結果、20 [μ m] 程度の微小な段差や、Ra: 1.6 [μ m]

以上の表面粗さの評価が可能であることを示している。さらに、内蔵する 2 つの触覚センサから得られる出力について、相関関数を計算することで、形状プロファイルを評価するために必要な各時刻でのセンサ移動量の推定方法を考案している。実験により、変動のある走査速度に対しても追従して走査速度の推定が可能であることを示している。本携帯式のセンサは、自動ステージなどのアクチュエータや治具の設置が不要で、現実のものづくりの現場において、特に大型な測定対象物の側面や底面などを測定する用途への応用が期待できる。

第 4 章では、柔軟な物体を対象とし、薄板型触覚センサを用いた剛性評価に関する検討を行っている。生体のような柔軟な物体を対象とした場合には、病変の影響を受けて変化する剛性値を評価することが有用である。そこで、剛性の異なる 2 種類の薄板型触覚センサを用いて、対象弾性体の表面上を走査することにより、剛性を測定する手法を検討し、その測定原理について定式化している。2 つの薄板型触覚センサから得られる値を用いることで、基準面の設定位置や表面のうねりの影響を除去した形で、剛性を評価できることを示している。また、圧縮剛性のオーダーが異なる弾性体サンプル (10^{-2} ~ 10^3 [MPa]) を用いて、検証実験を行い、対象弾性体の剛性に応じたセンサの出力が得られることを実験的に示している。

最後に、第 5 章では得られた成果を要約し、本研究の意義、および今後の展望を述べている。

以上のように、提案された触覚センサシステムは、手動の走査により、迅速、簡便、定量的に金属材料等の微小段差や表面粗さの異常状態をスクリーニングするための評価手段として、また、病変等に起因して剛性のオーダーが変化する生体組織の評価手段としての応用が期待できる。

学 位 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文に関し、調査委員から、はりの長手方向の力や対象物との摩擦の影響、圧電セラミックでなく圧電ポリマーを用いる理由、圧電出力値の定式化の手法などについて多くの質問がなされたが、いずれも著者から明確な回答が得られた。

また、公聴会においても、多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。